

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

Priority Page #3



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application: 1999年 3月 11日

出願番号

Application Number: 平成 11 年特許願第 064464 号

出願人

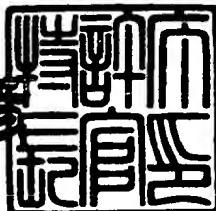
Applicant (s): 松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年12月17日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



【書類名】 特許願
【整理番号】 2033510007
【提出日】 平成11年 3月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01S 3/18
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内
【氏名】 宮永 良子
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内
【氏名】 木戸口 黙
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内
【氏名】 佐々木 雅博
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内
【氏名】 鈴木 政勝
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式
会社内
【氏名】 伴 雄三郎
【特許出願人】
【識別番号】 000005821
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【ブルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 G a N 系半導体レーザ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に発振波長の光に対し透明な材料を用いている G a N 系半導体レーザであって、該基板の活性層を形成している主面とは反対側の面（裏面）上にレーザ光を吸収する材料が被覆されており、また側面に光吸收板を有している G a N 系半導体レーザ装置。

【請求項 2】 基板に発振波長の光に対し透明な材料を用いている G a N 系半導体レーザであって、該基板の活性層を形成している主面とは反対側の面（裏面）および側面が遮光板または遮光ボックスで覆われている G a N 系半導体レーザ装置。

【請求項 3】 基板に発振波長の光に対し透明な材料を用いている G a N 系半導体レーザであって、ストライプ状の電流注入領域の両脇の少なくとも一方に、活性層を切断するような溝が形成されている G a N 系半導体レーザ装置。

【請求項 4】 該溝の内部が光吸收領域となっている請求項 3 に記載の G a N 系半導体レーザ装置。

【請求項 5】 基板がサファイア、または G a N である請求項 1 から 4 のいずれかに記載の G a N 系半導体レーザ装置。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれかに記載の半導体レーザと、前記半導体レーザ素子から放射されたレーザ光を記録媒体に集光する集光光学系と、前記記録媒体によって反射されたレーザ光を検出する光検出器とを備えた光ディスク装置。

【請求項 7】 請求項 1 から 5 のいずれかに記載の半導体レーザが基板上に形成または実装されており、該基板上には光信号検出用フォトダイオードが形成されている光集積化素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスク等の光情報記録装置のレーザ光源に用いられる、 G a N

系青色半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】

III族元素 (Al, Ga, In) の窒化物半導体を材料に用いる半導体レーザは、活性層に GaInN 混晶を用いることで、波長 $0.4 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の青色レーザ光を発振出来る。青色半導体レーザが実現されれば、現在実用化されているDVD (波長 $0.65 \mu\text{m}$ の赤色半導体レーザ使用) の容量を3倍以上 (12cm ϕ ディスク片面で15GB以上) に高めることが可能になる。15GBの容量は、MPEG2圧縮の高品位 (HD) ビデオ信号を2時間以上再生出来るので、その実現が期待されている。

【0003】

現在、発振に成功しているGaN系半導体レーザは、活性層に GaInN 混晶膜、クラッド層に AlGaN 混晶膜を用い、発振波長は $0.40 \sim 0.45 \mu\text{m}$ である。GaInNやAlGaN半導体は主にサファイア基板上に結晶成長される。サファイアはGaNと格子定数が約14%異なるが同様の結晶構造を有しており、1000°C以上の高温でも安定なために、窒化物系の半導体を結晶成長するのに適している。また、GaInNやAlGaNと同じ結晶構造で、格子定数がほぼ同じGaNを基板に用いる場合もある。

【0004】

図7にGaN系半導体レーザチップを実装したところの構造図を示す。サファイア基板701の片側に活性層707を含むダブルヘテロ (DH) 接合を持ち、基板側からn型半導体層、活性層、p型半導体層を有する構成になっている。サファイア基板701は電気導電性がないため、n型半導体層702に電極703を形成するために、DH半導体層の一部を除去した構造になっている。基板701の片側にp電極710とn電極703を持つために、チップを接着する放熱体706にSiCやダイヤモンドのような電気絶縁性のものを用い、チップのpとn電極に対応したpとn端子電極705と708を設ける。チップのpとn電極との接続にはPbSnやAuSn等の半田704と711を介して行う。

【0005】

図7に示すような構成により、放熱体706のpとn端子電極705と708に印加された電流が活性層707内のストライプ状の発光領域712に閉じ込められてレーザ発振が起こり、チップ端面からレーザ光が外部に出射する。活性層の材料としては、GaInN混晶半導体が用いられ、Inの組成比が約15%で発振波長410nmが得られる。活性層の上下には、活性層よりエネルギーギャップが0.4eV以上あり、屈折率が活性層より低いクラッド層が必要で、Al組成比7%のAlGaN混晶半導体が用いられる。pとn電極703と710に接する半導体層には、接触抵抗を低くするために、GaNコンタクト層が用いられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

レーザに電流を印加していくと、ストライプ状の発光領域712で自然放出光が発生し、ある電流値で共振器方向の自然放出光が増幅されてコヒーレント光であるレーザ光が端面より出射される。この電流値をしきい値電流と呼び、印加電流がしきい値電流に達してレーザ発振が起こるまで自然放出光は増え続ける。自然放出光はいろんな方向に出射するのと、発振波長410nmに対してサファイア基板701やAlGaNクラッド層、GaNコンタクト層は透明であるため、発光領域712で発生する自然放出光はレーザ素子の基板側や側面のあらゆる方向から迷光となって出てくる。

【0007】

この自然放出光は位相の揃ったレーザ光でないため、レーザ光に混じると応用に際して悪影響を及ぼす。例えば、光ディスクの光ピックアップに用いる場合、自然放出光成分はレーザ光の雑音となり、情報読み取りのS/N比を悪くする。また、チップのレーザ出射端面以外から出る自然放出光は、レーザの出力光を一定に保つためのモニターPINの電流を不安定するために不具合が生じる。特に、半導体レーザを低出力(5mW程度)から高出力(30mW程度)に変化させる時に、PINでのモニター電流の線形性が悪く、制御が難しくなる。

【0008】

また、レーザ出射端面以外から出る自然放出光は、レーザチップを光検出器や

電子回路に集積した光電子集積素子では光検出器へのバイアス光となって有害となる。すなわち、光信号処理用のフォトダイオード等へ迷光、散乱光が入ることとなり、信号処理を困難なものにする。

【0009】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、特にレーザチップから外部に放出される無駄な自然放出光を遮断するような構成とすることで、光ディスク装置に使用する際に不具合を生じないGaN系半導体レーザを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明のGaN系半導体レーザは、チップ外部に自然放出光が漏れ出さないようにするために、基板の活性層を形成している主面とは反対側の面（裏面）上にレーザ光を吸収する材料が被覆されており、また側面に光吸収板を有している。また、基板の活性層を形成している主面とは反対側の面（裏面）および側面が遮光板または遮光ボックスで覆われている。

【0011】

また、ストライプ状の電流注入領域の両脇の少なくとも一方に、活性層を切断するような溝が形成され、溝の内部が光吸収領域となっている。

【0012】

上記の光を吸収する機能を有する膜、板、領域等は、Au、Fe、Cu、Alなどの金属を用いてもよいし、バンドギャップの小さい半導体（たとえばSiなど）を用いてもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。本発明でのGaN系半導体レーザとは、V族元素に窒素を用いる半導体レーザのことを言う。例えば、構成材料が $Al_xGaN_yIn_zN$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $x + y + z = 1$) である半導体レーザも本発明の範囲に入る。

【0014】

活性層にGaNを用いる半導体レーザに限定するものではなく、基板に活性層のバンドギャップよりも大きな材料を用いる全ての窒化物系半導体レーザに適用できる。

【0015】

(実施の形態1)

図1は第1の実施例を示すGaN系半導体レーザの構造図である。

【0016】

サファイアから成る基板1上にGaNバッファー層14、n-コンタクト層2、n-クラッド層15、活性層7、p-クラッド層16、p-コンタクト層17が順次形成されている。これらの層は有機金属気相成長法(MOVPE法)などで堆積する。MOVPE法はIII族元素(Al, Ga, In)の有機物(TM A, TMG, TMI等)と、V族原料であるNH₃ガスを高温の反応炉中で熱分解させ、基板上にエピタキシャル結晶成長膜を堆積させる方法である。バッファー層は600°C程度で堆積し、その他の層は1000°C程度の高温で堆積する。

【0017】

活性層7は量子井戸構造を用いており、In組成比15%のGaNウエル層(膜厚が5nm以下)とGaNバリア層から成る。活性層の両側には、活性層への光閉じ込めを良くするためにGaN光ガイド層を設ける場合が多い。

【0018】

p-コンタクト層17上には、活性層にストライプ状にキャリアを注入するために、絶縁膜9が設けられており、p-コンタクト層17および絶縁膜9上にはp電極10が形成されている。p電極10には、Ni/Pt/Au等の金属膜が用いられる。ストライプ状にキャリアを注入し、かつ横モードを制御するために、p-コンタクト層17とp-クラッド層16をリッジ状に加工してもよい。このレーザは一部をn-コンタクト層2までエッチングされており、露出したn-コンタクト層2上にはn電極3が形成されている。n電極には、Mo/Pt/Auなどを用いる。

【0019】

導電性の基板、例えばn-GaN基板を用いる場合には、p-コンタクト層1

7を形成している面とは反対側の面（裏面）にn電極を形成してもよい。

【0020】

図1では、レーザチップは放熱体6に実装されている。放熱体6には、p電極10に対向する位置にp端子電極8が、n電極3に対向する位置にn端子電極5が設けられており、それぞれPb/Sn半田4および11によって接合されている。

【0021】

このレーザに電圧を印加し、p電極側からホールがn電極側から電子がストライプ状に活性層に注入されると自然放出光が発生し、しきい値に達した時点で共振器方向の自然放出光が増幅されて位相の揃ったレーザ光が端面より出射される。印加電流がしきい値電流に達してレーザ発振が起こるまでは自然放出光は増え続ける。自然放出光はいろんな方向に出射することと、発振波長410nmに対してサファイア基板1やAlGaNクラッド層、GaNコンタクト層は透明であることから、活性層内で発生した自然放出光はレーザ素子の基板側や側面のあらゆる方向から迷光となって出てくる。MOVPEで積層した半導体結晶はトータル膜厚が約5ミクロンと薄いが、積層膜となっていることから（各層に対して）水平方向へ導波される自然放出光も無視できなくくらい大きい。

【0022】

これらの自然放出光は位相の揃ったレーザ光でなく、乱反射を繰り返すため、レーザ光に混じると応用に際して悪影響を及ぼす。例えば、光ディスクの光ヘッドに用いる場合、自然放出光成分はレーザ光の雑音となり、情報読み取りのSN比を悪くする。

【0023】

また、チップのレーザ出射端面以外から出る自然放出光は、レーザの出力光を一定に保つためのモニター用PINフォトダイオードの電流を不安定にする。例えば、半導体レーザを低出力（光ディスクからの読み出し時の光出力：5mW程度）から高出力（光ディスクへの書き込み時の光出力：30mW程度）に変化させる時に、PINでのモニター電流の線形性が悪く、駆動電流の制御が難しくなる。また、デバイス間のモニター電流がばらつくために、デバイス作製時の歩留

まりを悪くする場合もある。

【0024】

また、レーザ出射端面以外から出る自然放出光は、レーザチップを光検出器や電子回路と集積した光電子集積素子では光検出器へのバイアス光となって有害となる。図6に示すような光電子集積素子において、光信号処理用のフォトダイオード603へ迷光が入り、信号光である反射光に悪影響を及ぼして、信号処理を困難なものにする。光出力モニター用のフォトダイオード605への悪影響もあることは言うまでもない。

【0025】

これらの欠点を克服するために設けられたのが、光吸収膜19や光吸収板20である。

【0026】

光吸収膜19はサファイア基板1の裏面に堆積されている。この光吸収膜19には、Au、Ti、Cr、Sn、Cu、Fe、Ag、Pt、Inなどの金属、もしくはそれらの積層膜（例えばTi/Pt/Auなど）、合金（例えばAu-Snなど）を用いる。また、Si、アモルファスSiなどのナロー・ギャップの半導体などを用いてもよい。金属膜は電子ビーム蒸着法（EB蒸着）や抵抗加熱蒸着などを、アモルファスSi膜はスパッタ法などを用いる。

【0027】

チップの側壁には光吸収板20が設置されている。光吸収板20の材質は光吸収膜19と同様のものを用いることができる。

【0028】

光吸収膜19や光吸収板20は、自然放出光を吸収する機能を有するものであれば、どのような材料を選択してもよい。

【0029】

図1に示すような構成とすることで、レーザチップから外部に放出される無駄な自然放出光を遮断することが可能となり、光ディスク装置に使用する際に不具合を生じないGaN系半導体レーザを得ることができる。

【0030】

(実施の形態2)

実施の形態1では、光を吸収する機能を有する膜（または板）について述べた。

【0031】

ここでは、従来の課題を克服する他の方法について述べる。

【0032】

第2の実施例のGaN系半導体レーザの構造図を図2に示す。レーザを構成する半導体層は基本的には第1の実施例と同様で、基板1上にGaNバッファー層14、n-コンタクト層2、n-クラッド層15、活性層7、p-クラッド層16、p-コンタクト層17からなるダブルヘテロ構造が形成されている。

この半導体レーザは、出射端面以外の部分を遮光板または遮光ボックス201で覆われている。この遮光板または遮光ボックス201によって、無駄な自然放出光が外部に放出されるのを抑制している。

【0033】

活性層の所定の場所にキャリアを注入するためのストライプ幅は約5ミクロンであり、したがってレーザ光の出射端面でのスポットサイズは5μm角程度である。図3に示すように、レーザチップ301を5ミクロン以上の穴の空いた遮光ボックス302で覆うことで、より自然放出光の漏洩を防ぐことができる。

尚、ここでは遮光板または遮光ボックス201を具備するGaN系半導体レーザについて説明したが、無駄な自然放出光の外部への放出を抑制する機能を有していれば、どのような構成を用いても構わない。

【0034】

(実施の形態3)

第3の実施例のGaN系半導体レーザの構造図を図4に示す。

【0035】

レーザを構成する半導体層は基本的には第1の実施例と同様である。このレーザの特徴は、ストライプ状の電流注入領域の両脇の少なくとも一方に、活性層を切断するような溝が形成されており、溝の内部が光の吸収領域402となっていることである。この溝は、ストライプ状の活性層にほぼ平行に形成されている。

【0036】

MOVPE法によって積層したGaN系半導体結晶はトータル膜厚が約5ミクロンと薄いが、積層膜となっていることから、各層に対して水平方向（面内方向）へ導波される自然放出光も無視できなくらい大きい。図4に示すような溝を形成することで、面内方向へ導波される自然放出光を吸収させることができる。吸収領域402には、Au、Ti、Cr、Sn、Cu、Fe、Ag、Pt、Inなどの金属、もしくはそれらの積層膜（例えばTi/Auなど）、合金を用いる。また、Si、アモルファスSiなどのナロー・ギャップの半導体などを用いてもよい。

【0037】

吸収領域402と活性層を挟んで反対方向へ導波される自然放出光は半田401で吸収させている。

【0038】

活性領域の両脇に光の吸収領域を形成しても構わない。また、この溝（または光の吸収領域）は、活性層のストライプ（導波路）以外に放出される自然放出光を抑制する機能があればよく、活性層のストライプに厳密に平行である必要は必ずしもない。

【0039】

基板を通して裏面から漏れ出す自然放出光は吸収膜19によって効果的に減少させることが出来る。

【0040】

（実施の形態1）から（実施の形態3）の方法を用いて、悪影響を及ぼす自然放出光の漏洩を抑制したGaN系半導体レーザの光出力-電流特性を図5に示す。比較のために、従来のGaN系レーザ（自然放出光の漏洩を行わなかったレーザ）の特性も同時に示してある。従来の半導体レーザではレーザ発振しきい値に達するまで自然放出光の漏れ出しが見られるのに対し、本発明の半導体レーザではしきい値での光出力は殆どなく、レーザ光のみが出射していることがわかる。したがって、本発明のGaN系半導体レーザでは、自然放出光の成分が少ないために、正確にコピーレント光であるレーザ光を取り出すことができる。同時に光

出力モニター用のフォトダイオードへの自然放出光の寄与が低減できるため、レーザ光の光出力の制御性を向上させることができる。

【0041】

本実施例では、GaN系結晶をMOVPE法によって作製した場合について説明したが、分子線エピタキシー(MBE)法やハライドVPE(H-VPE)などを用いても本発明の効果は大きい。

【0042】

(実施の形態4) 光ディスク装置

次に、図8を参照しながら、本発明による光ディスク装置を説明する。

【0043】

この光ディスク装置は、前述の本発明による半導体レーザチップ801(迷光対策を行ったレーザチップ、すなわち実施の形態1から3に記載のレーザ)と、半導体レーザ素子801から放射されたレーザ光(波長410nm)802を平行光にするコリメータレンズ803と、その平行光を3本のレーザ光(図では1本のレーザ光のみ図示されている)に分離する回折格子804と、レーザ光の特定成分を透過/反射するハーフプリズム805と、ハーフプリズム805から出たレーザ光を光ディスク807上に集光する集光レンズ806とを備えている。光ディスク807上では、例えば、直径0.4μm程度のレーザビームスポットが形成される。光ディスク807は、読み出し専用のものに限定されず、書き換え可能なものでもよい。

【0044】

光ディスク807からの反射レーザ光は、ハーフプリズム805で反射された後、受光レンズ808及びシリンドリカルレンズ809を透過し、受光素子810に入射する。受光素子810は、複数に分割されたフォトダイオードを有しており、光ディスク807から反射されたレーザ光に基づいて、情報再生信号、トラッキング信号及びフォーカスエラー信号を生成する。トラッキング信号及びフォーカスエラー信号に基づいて駆動系811が光学系を駆動することによって、光ディスク807上のレーザ光スポットの位置を調整する。

【0045】

本発明の光ディスク装置によれば、半導体レーザからの自然放出光成分が少ないために情報読み取り時（再生時）のS/N比を悪化させることはなく、低歪みの再生が実現できる。

【0046】

本発明を用いることにより、録音または録画時にも光ディスク装置の性能を向上させることができる。

【0047】

光ディスクの情報の録音（または録画時）時には、5mW程度の低出力から30mW程度の高出力まで光出力を正確に制御する必要がある。その理由は、30mWで書き込む前に低出力でアドレスを探す必要があるためである。本発明の半導体レーザは光出力モニター用のPINフォトダイオードの電流が正確である（厳密には、光出力を変えた時に線形的にモニター電流が変化する）ために、レーザの光出力を正確にコントロールでき、性能のよい光ディスク装置を実現できる。

【0048】

また、半導体レーザと受光素子とを近くに配置した構成（例えば図6に示すような構成）にすれば、一体化ができ、さらなる小型化が可能となる。

【0049】

【発明の効果】

本発明のGaN系半導体レーザは、自然放出光を外部に漏らさないように光を吸収する膜、または板をレーザ光の出射部以外の場所に有するために、迷光の発生が抑えられ、光ディスクの読み取りのS/N比の向上や、光電子集積素子への応用を可能とするものである。

【0050】

また、サファイア基板のみならずGaN等の基板においても、発光に対して透明である限り、本発明の効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のGaN系半導体レーザの第一の実施の形態を示す図

【図2】

本発明のGaN系半導体レーザの第二の実施の形態を示す図

【図3】

本発明のGaN系半導体レーザの第二の実施の形態を示す図

【図4】

本発明のGaN系半導体レーザの第三の実施の形態を示す図

【図5】

本発明の効果を説明するための図で、本発明と従来の半導体レーザの電流ー光出力特性を比較した図

【図6】

本発明の光集積化素子（光ピックアップ）を示す図

【図7】

従来のGaN系半導体レーザにおける課題を説明するための図

【図8】

本発明の光ディスク装置の構成図

【符号の説明】

- 1 サファイア基板
- 2 n-GaNコンタクト層
- 3 n電極
- 4 半田
- 5 n端子電極
- 6 サブマウント
- 7 InGaN活性層
- 8 p端子電極
- 9 絶縁膜
- 10 p電極
- 11 半田
- 12 発光領域
- 13 吸収層

1 4 G a N バッファ層
1 5 n - A l G a N クラッド層
1 6 p - A l G a N クラッド層
1 7 p - G a N コンタクト層
1 8 p - G a N 層
1 9 光吸收膜（金属類）
2 0 光吸收板
2 0 1 遮光板または遮光ボックス
3 0 1 レーザチップ
3 0 2 遮光ボックス
4 0 1 半田
4 0 2 光の吸収領域
6 0 1 基板（S i など）
6 0 2 （自然放出光（迷光）が外部に放出されることを抑制した）レーザチップ
6 0 3 光信号検出用フォトダイオード
6 0 4 マイクロミラー
6 0 5 光出力モニター用フォトダイオード
7 0 1 サファイア基板
7 0 2 n - G a N コンタクト層
7 0 3 n 電極
7 0 4 半田
7 0 5 n 端子電極
7 0 6 放熱体
7 0 7 I n G a N 活性層
7 0 8 p 端子電極
7 0 9 絶縁膜
7 1 0 p 電極
7 1 1 半田

712 発光領域

801 レーザチップ

802 レーザ光 (波長410nm)

803 コリメータレンズ

804 回折格子

805 ハーフプリズム

806 集光レンズ

807 光ディスク

808 受光レンズ

809 シリンドリカルレンズ

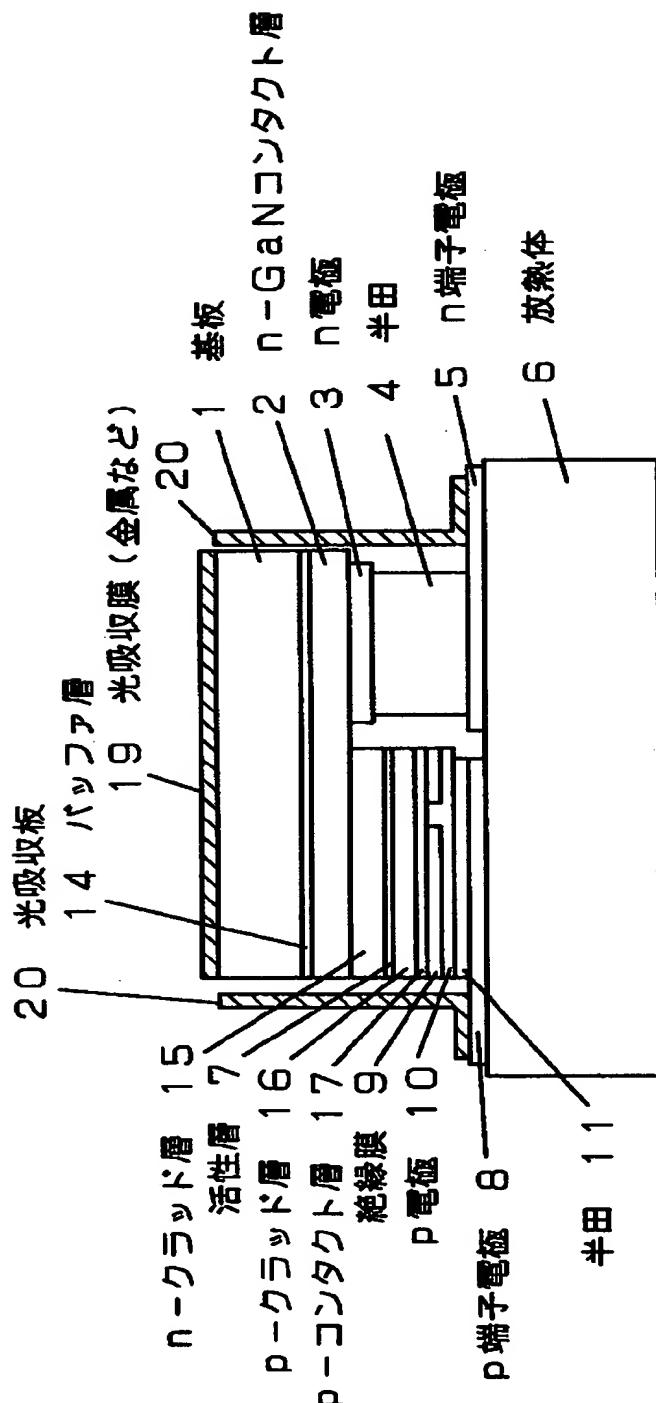
810 受光素子

811 駆動系

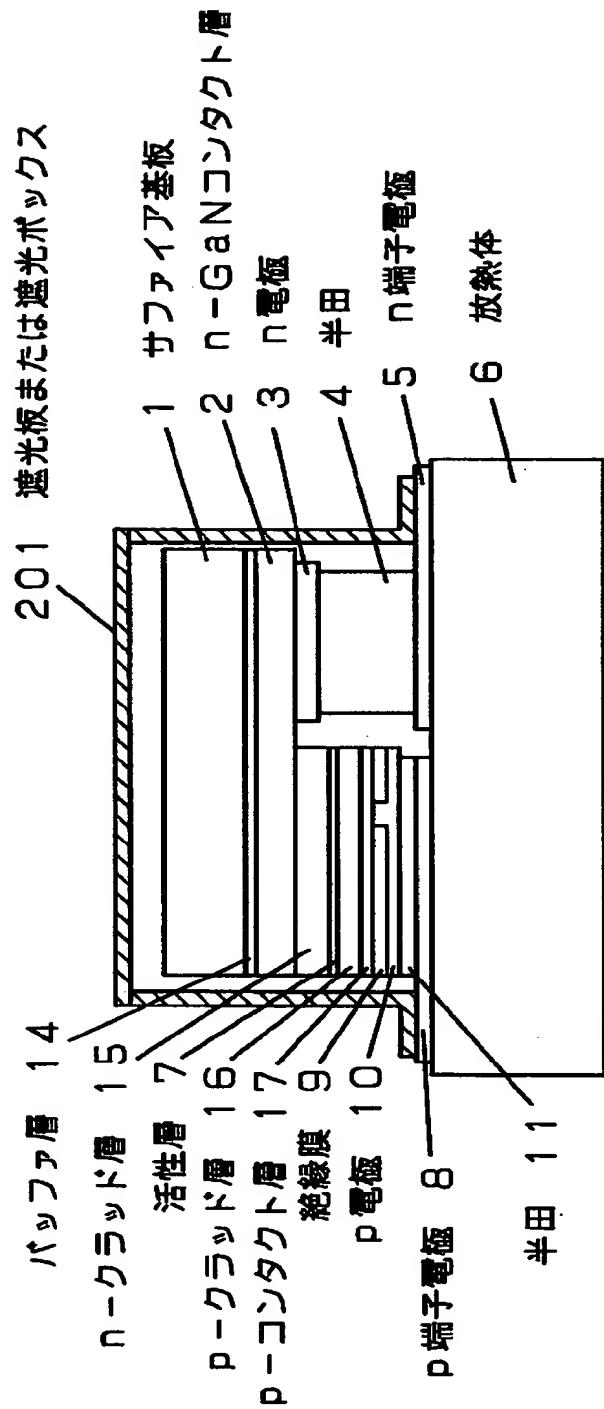
【書類名】

図面

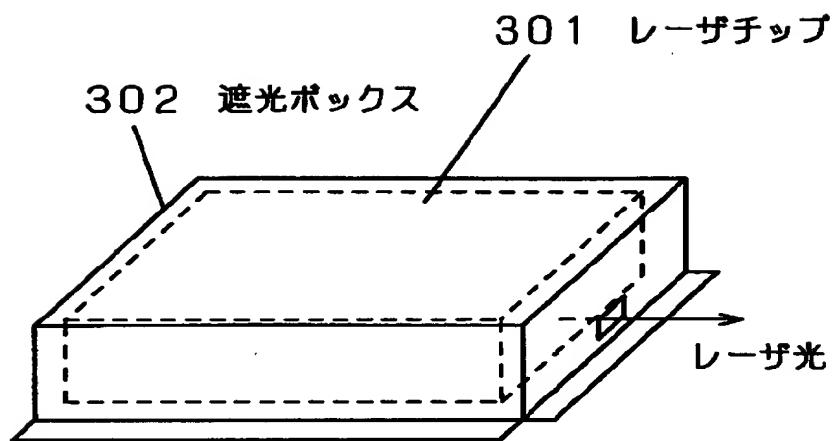
【図1】



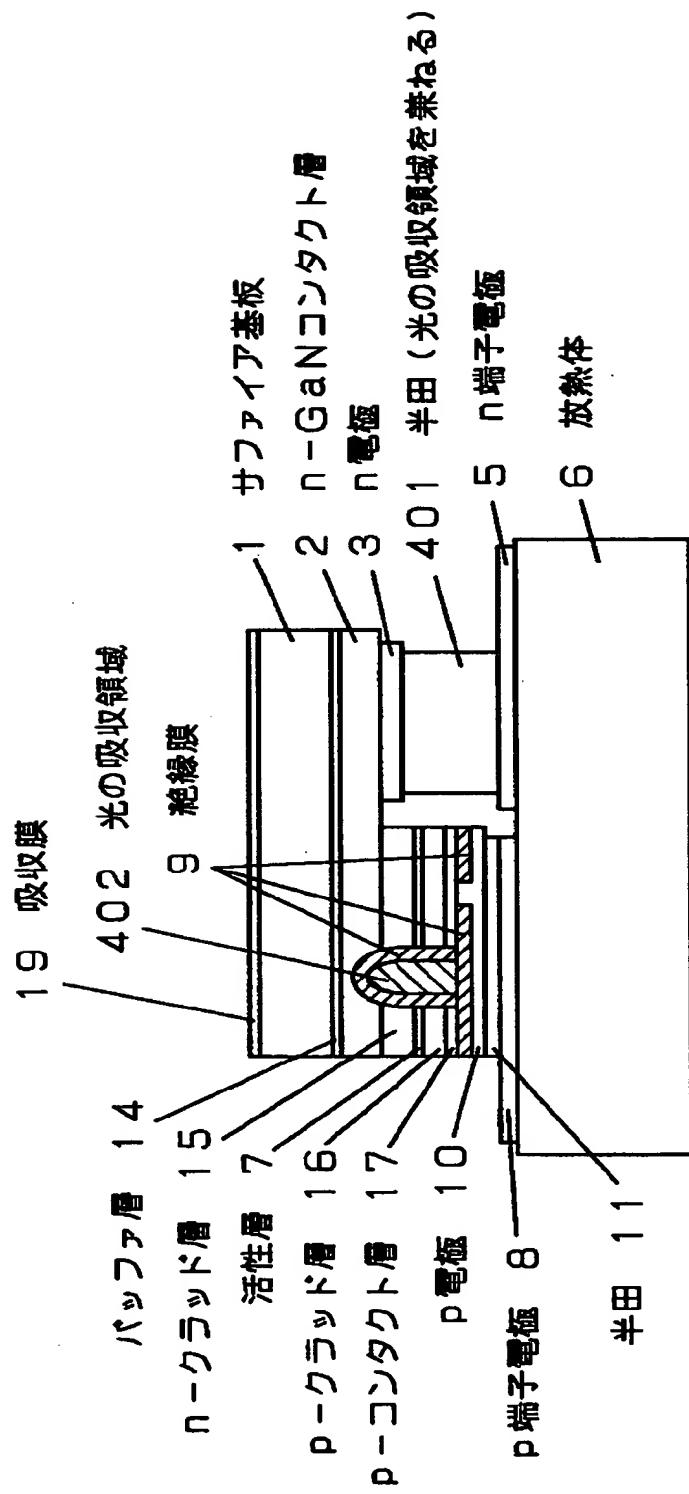
【図2】



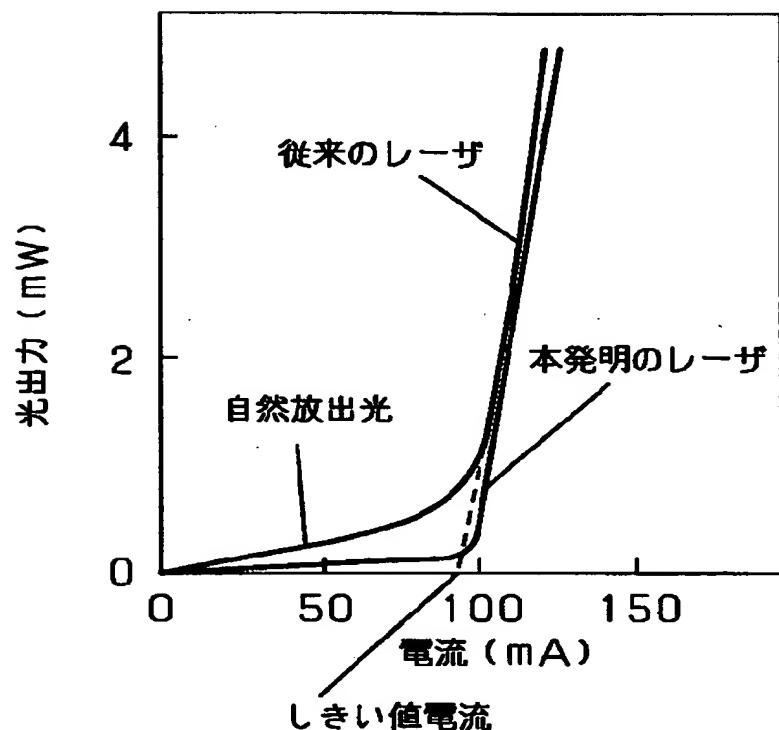
【図3】



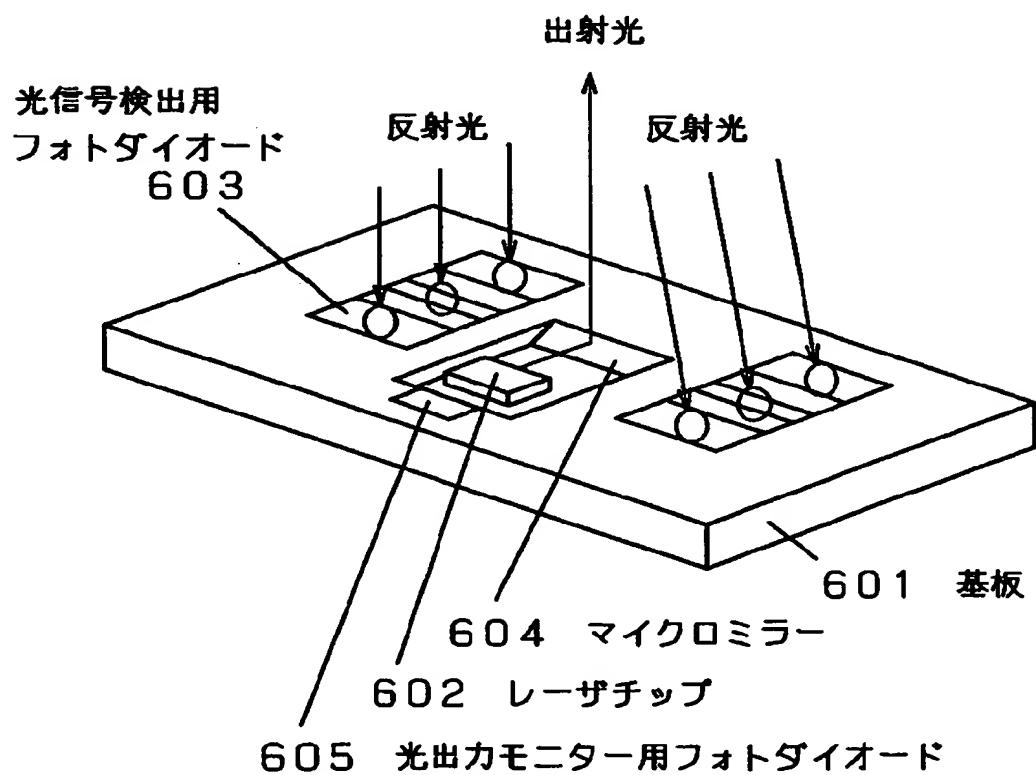
【図4】



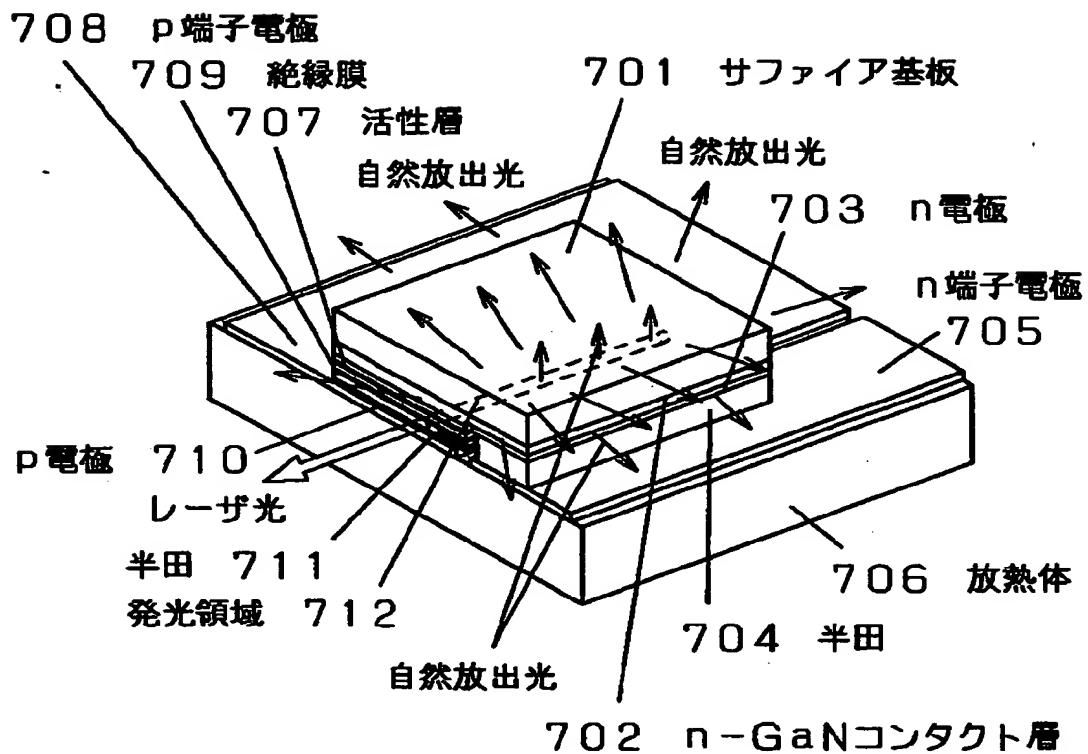
【図5】



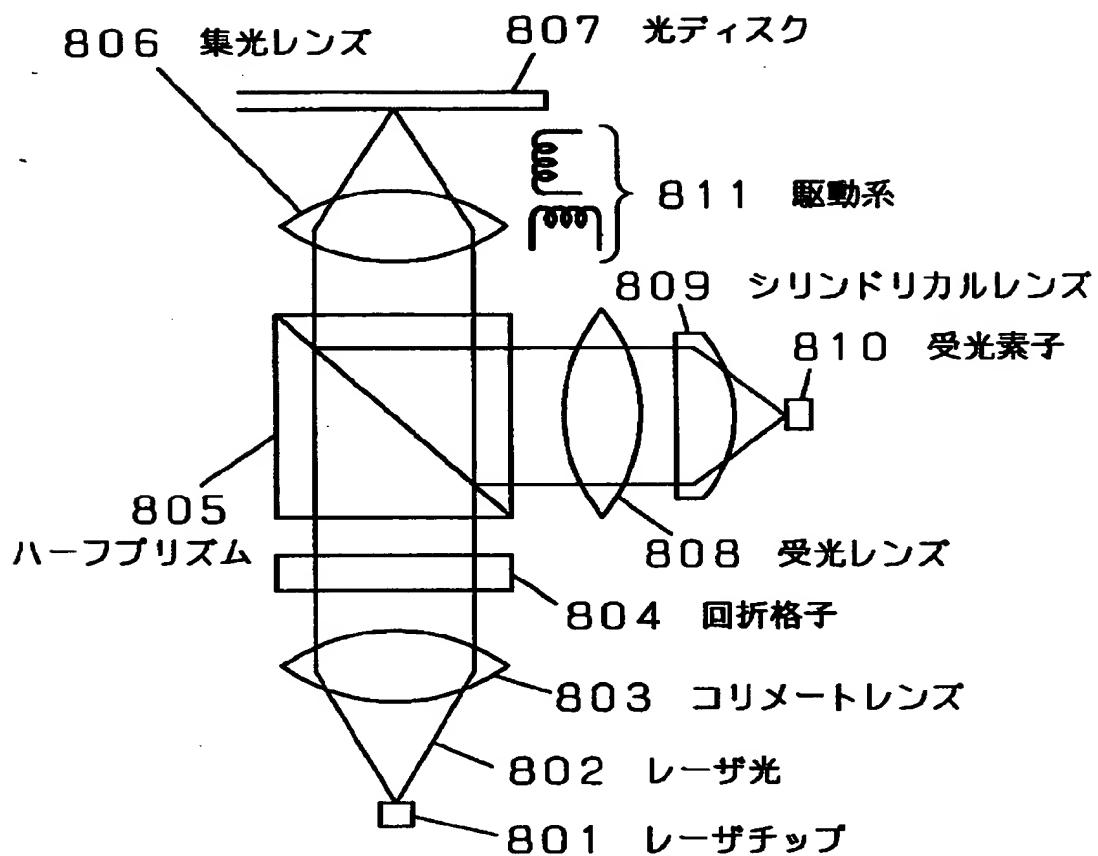
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サファイア等の透明な基板を用いるGaN系半導体レーザでは、活性層で発生する自然放出光のチップからの漏れ出しが多いため、応用に際して悪影響を及ぼす。

【解決手段】 レーザチップを光吸収板や吸収膜で覆うことで、自然放出光（迷光）が外部に放出されることを抑制する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社